

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-246083

(43)Date of publication of application : 19.09.1997

(51)Int.Cl.

H01G 4/12

H01G 4/12

H01G 2/00

(21)Application number : 08-050257

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 07.03.1996

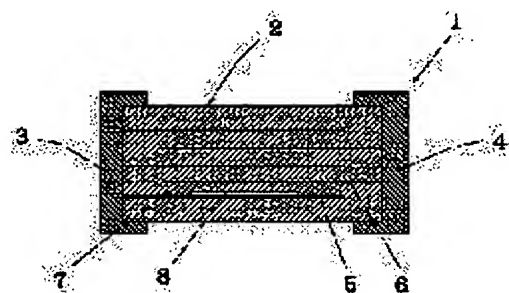
(72)Inventor : KAWAGUCHI YOSHIO

## (54) CERAMIC CAPACITOR

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce large impedance in a specified frequency band, by forming a cavity between a pair of electrodes of a ceramic capacitor.

SOLUTION: A layered ceramic capacitor 1 is provided with a ceramic element 2 composed of ferroelectric ceramic whose main component is barium titanate, and external electrodes 3, 4 formed on both ends of the ceramic element 2. In the ceramic element 2, a plurality of inner electrodes 5, 6 are arranged so as to overlap with each other interposing a ceramic layer 7. Between a pair of electrodes constituted of the inner electrode 5 of the lowermost layer inside the ceramic element 2 and the inner electrode 6 on the electrode 5, a layer type cavity 8 is formed along the surface of the inner electrode 5 of the lowermost layer. Thereby generation of electrical mechanical resonance due to piezoelectric phenomenon of the ferroelectric ceramic is restrained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The ceramic condenser characterized by the bird clapper from the cavity for suppressing generating of electric machine resonance of the aforementioned ferroelectric ceramic formed between the ferroelectric ceramic, the electrode of the couple formed in the vertical side at least, and the electrode of the aforementioned couple.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to an improvement of the impedance frequency characteristic of a ceramic condenser especially about a ceramic condenser.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally the ceramic condenser consists of a dielectric ceramic and an electrode of the couple formed in the vertical side. And electrostatic capacity is formed between the electrodes of the couple. In this ceramic condenser, in order to acquire high electrostatic capacity, the dielectric ceramic of a high dielectric constant system is used in many cases, and the ferroelectric ceramic which made the barium titanate the principal component is usually used as this dielectric ceramic, for example.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when the above-mentioned ceramic condenser impresses direct current voltage to a ferroelectric ceramic through the electrode of the couple and alternating current is made to flow, a ferroelectric ceramic will cause electric machine resonance by the piezoelectric phenomena, and a big impedance will exist in the band of specific frequency. For example, when this ceramic condenser is used for noise (ripple current) removal of a DC to DC converter, a big impedance will exist in the band of switching frequency or its higher harmonic, and the problem that the ripple current or noise of output voltage cannot be removed arises. Then, this invention is made that the above-mentioned problem should be solved, and aims at offering the ceramic condenser which can make small the big impedance which existed in the band of specific frequency.

[0004]

It means] in order to solve [technical problem. In order to attain the above-mentioned purpose, this invention is a ceramic condenser characterized by the bird clapper from the cavity for suppressing generating of electric machine resonance of the aforementioned ferroelectric ceramic formed between the ferroelectric ceramic, the electrode of the couple formed in the vertical side at least, and the electrode of the aforementioned couple. According to this invention, generating of the electric machine resonance by the piezoelectric phenomena of a ferroelectric ceramic will be suppressed by the cavity formed between the electrodes of the couple of a ceramic condenser as compared with the conventional thing in which the cavity is not formed. For this reason, the ceramic condenser with which the cavity was formed can make small the big impedance which existed in the band of specific frequency by electric machine resonance by the piezoelectric phenomena.

[0005]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained using the stacked type ceramic condenser and veneer ceramic condenser of a high dielectric constant system of a ceramic condenser.

[0006] Drawing 1 is the cross section of the stacked type ceramic condenser 1 by the 1st operation gestalt of this invention. Including the ceramic element 2 which consists of a ferroelectric ceramic which made the barium titanate the principal component, and the external electrodes 3 and 4 formed in the both ends, this stacked type ceramic condenser 1 is arranged in the interior of the ceramic element 2 so that two or more internal electrodes 5 and 6 may overlap through the ceramic layer 7 mutually, respectively. Internal electrodes 5 and 6 are pulled out by turns by the both ends of the ceramic element 2, and are connected to each external electrode 3 and 4. Between the electrodes of a couple which consist of an internal electrode 5 of the lowest layer inside the ceramic element 2, and an internal electrode 6 on it, one stratified cavity 8 is formed along with the 5th page of the internal electrode of the lowest layer.

[0007] Thus, although electric machine resonance will arise by the piezoelectric phenomena of a ferroelectric ceramic when direct current voltage is impressed to both the external electrodes 3 and 4 of the formed stacked type ceramic condenser 1 and alternating current is made to flow, as compared with that in which the cavity 8 is not formed,

generating of electric machine resonance will be suppressed by the cavity 8 being formed. For this reason, the ceramic condenser with which the cavity 8 of this invention was formed can make small the big impedance which existed in the band of specific frequency. Especially, in the case of the size which occupies 50% or more of the lap area between the electrodes of a couple, a cavity 8 will be suppressed more in generating of electric machine resonance, can lose the big impedance which existed in the band of specific frequency of a ceramic condenser, and is more desirable to it. In addition, with the position, configuration, and size of the above-mentioned cavity 8, the size and its frequency of electric machine resonance can be changed arbitrarily, and can be suppressed.

[0008] Next, the following experiments were conducted in order to check the effect of the ceramic condenser of the above-mentioned this invention. The experiment method and a result are explained. First, the dimension produced the stacked type ceramic condenser 1 which consists of a ferroelectric ceramic whose L sun 3.2mm, w suns 1.6mm, T suns 1.2mm, and electrostatic capacity are 5 micro F, and which made the barium titanate the principal component as a ceramic condenser concerning this invention article. More, it becomes a detail from the size which occupies 50% of the lap area of the electrode (internal electrodes 5 and 6) of a couple along the electrode (internal electrode 5) side of one of these between the electrodes (internal electrodes 5 and 6) of the couple inside the ceramic element 2, and one cavity 8 which consists of thickness of about 1 micrometer in the direction of a lap of an internal electrode is formed in it. Moreover, the stacked type ceramic condenser which consists of a ferroelectric ceramic which adjusted the lap area of internal electrodes 5 and 6, and made the principal component conventionally the barium titanate of the same electrostatic capacity as this invention article in the same size as this invention article as elegance was produced. Next, the impedance frequency characteristic of a ceramic condenser was measured about each of elegance using the network analyzer this invention article and conventionally, impressing 40-volt direct current voltage to both the external electrode. The result is shown in drawing 2 and drawing 3, respectively. As are shown in drawing 3, and 7 ohms and 2.3MHz show the impedance of elegance to drawing 2 to 3.5 ohms and a large thing by 1.6MHz conventionally, the impedance of an invention is as small as 2 ohms or less throughout 1-5MHz. That is, it turns out that the big impedance of this invention article which existed in the 1-5MHz band is lost. This is because generating of electric machine resonance of an invention was conventionally suppressed as compared with elegance.

[0009] Next, it explains using the cross section of stacked-type-ceramic-condenser 1a which shows the 2nd operation gestalt of this invention to drawing 4. This stacked-type-ceramic-condenser 1a consists of the almost same structure as the stacked type ceramic condenser 1 by the operation gestalt of the above 1st. Therefore, in drawing 4, the same reference mark is given to the element equivalent to the element shown in drawing 1, and the overlapping explanation is omitted. A different point as compared with the stacked type ceramic condenser 1 by the 1st operation gestalt of this stacked-type-ceramic-condenser 1a is a position in which cavernous 8a is formed. That is, one stratified cavernous 8a is formed in the center section of the ceramic layer 7 between the electrodes of a couple which consist of an internal electrode 5 of the lowest layer, and an internal electrode 6 on it.

[0010] Thus, when direct current voltage is impressed to both the external electrodes 3 and 4 of formed stacked-type-ceramic-condenser 1a and alternating current was made to flow, as compared with elegance, the big impedance which existed in the band of specific frequency was able to be made small conventionally in which cavernous 8a is not formed like what is depended on the operation gestalt of the above 1st.

[0011] Next, it explains using the cross section of veneer ceramic condenser 1b which shows the 3rd operation gestalt of this invention to drawing 5. Almost in parallel with electrode 3b of the aforementioned couple, and 4b page, one stratified cavernous 8b is formed in the center section inside ceramic element 2b including ceramic element 2b which consists of a ferroelectric ceramic to which this veneer ceramic condenser 1b made the barium titanate the principal component, and the electrodes 3b and 4b of the couple formed in the vertical side.

[0012] Thus, when direct current voltage is impressed to the electrodes 3b and 4b of the couple of formed veneer ceramic condenser 1b and alternating current was made to flow, as compared with elegance, the big impedance which existed in the band of specific frequency was able to be made small conventionally in which cavernous 8b is not formed like what is depended on the operation gestalt of the above 1st also in this case.

[0013] In addition, what is necessary is not to restrict Cavities 8, 8a, and 8b to what the position, and a configuration and a size depend on each above-mentioned operation form, and just to set them up suitably with the size and its frequency of the electric machine resonance to suppress. Moreover, Cavities 8, 8a, and 8b do not necessarily restrict to what not necessarily forms Cavities 8 and 8a in one layer not only in one piece. Moreover, the ferroelectric ceramic between the electrodes of a couple is not limited to what made the barium titanate the principal component, and can be applied also to what made other ferroelectric ceramic material the principal component.

[0014] Next, an example of the manufacture method of the stacked type ceramic condenser 1 of this invention by the operation gestalt of the above 1st is explained concretely below. First, two or more ceramic green sheets by which the internal-electrode paste film was formed in the front face are prepared. Next, a carbon-paste film is formed in the upper

surface of the internal-electrode paste film of the front face with a predetermined size about one sheet of the aforementioned ceramic green sheet. Subsequently, two or more ceramic green sheets by which the aforementioned internal-electrode paste film was formed on the ceramic green sheet in which this carbon-paste film was formed are accumulated, and are stuck by pressure, and the layered product of a capacitor is obtained. Then, this layered product is calcinated and the ceramic element 2 is obtained. The aforementioned carbon-paste film is made burned down at the time of baking of this layered product, and the cavity 8 of the 1st operation gestalt as shown in drawing 1 is formed.

[0015] In addition, the manufacture method of the ceramic condenser of this invention by the 2nd operation gestalt and the 3rd operation gestalt can also form cavernous 8a and cavernous 8b by the method of making the carbon-paste film explained by the manufacture method of the stacked type ceramic condenser 1 by the operation gestalt of the above 1st burned down, and the same method.

[0016] As mentioned above, a change of the range which does not restrict the ceramic condenser of this invention to the content indicated above, and does not deviate from the meaning of this invention can be made arbitrarily. For example, the cavities 8, 8a, and 8b of each above-mentioned operation gestalt may not necessarily be perfect space. That is, porosity. Moreover, application of this invention can be restricted to neither a stacked type ceramic condenser nor a veneer ceramic condenser, and can be applied to the ceramic condenser of the others which have the same structure, for example, a penetration ceramic condenser and a cylinder ceramic condenser.

[0017]

[Effect of the Invention] As mentioned above, according to this invention, generating of the electric machine resonance by the piezoelectric phenomena of a ferroelectric ceramic will be suppressed by the cavity formed between the electrodes of the couple of a ceramic condenser as compared with the conventional thing in which the cavity is not formed. For this reason, the ceramic condenser with which the cavity was formed can make small the big impedance which existed in the band of specific frequency. Therefore, if the ceramic condenser of this invention is used for noise (ripple current) removal of a DC to DC converter, the big impedance which existed in the band of switching frequency or its higher harmonic can be made small, and the ripple current of output voltage can be suppressed sharply. Moreover, even if it uses the ceramic condenser of this invention for other noise rejection, the same effect is acquired in the band of specific frequency.

---

[Translation done.]

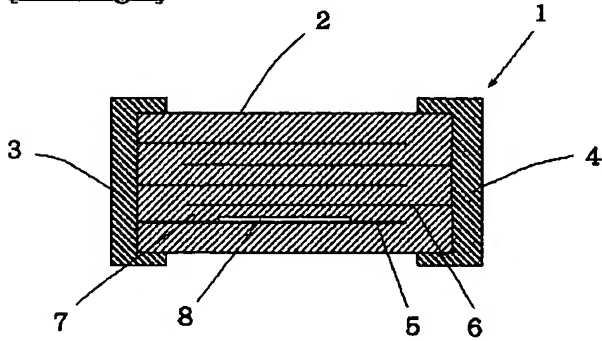
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

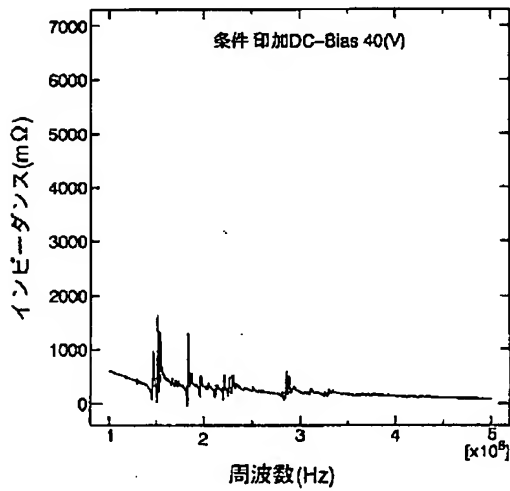
## DRAWINGS

[Drawing 1]

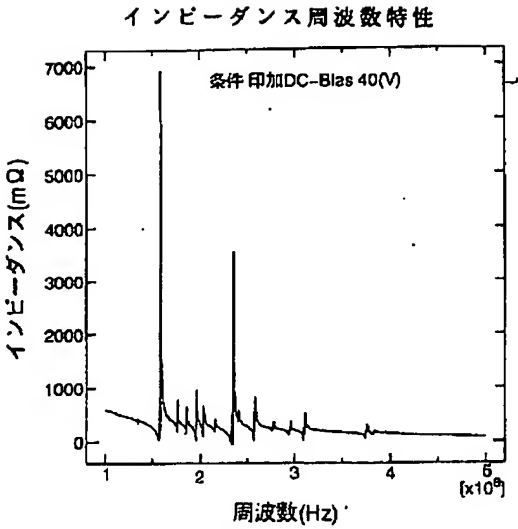


[Drawing 2]

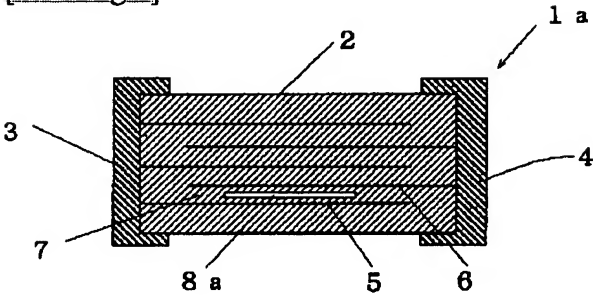
インピーダンス周波数特性



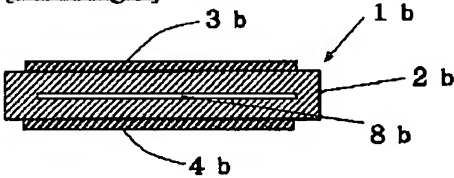
[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 9 - 2 4 6 0 8 3

(43) 公開日 平成9年(1997)9月19日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 G	4/12	3 4 9	H 0 1 G	4/12
		4 1 2		4 1 2
	2/00			1/16

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L

(全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平 8 - 50257

(22) 出願日 平成 8 年 (1996) 3 月 7 日

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目 26 番 10 号

(72) 発明者 川口 慶雄

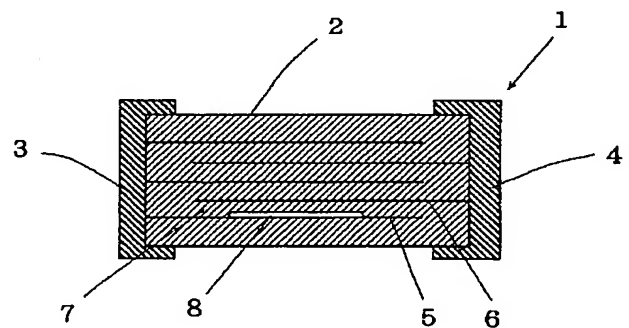
京都府長岡京市天神二丁目 26 番 10 号 株式会社村田製作所内

(54) 【発明の名称】 セラミックコンデンサ

(57) 【要約】

【課題】 特定周波数の帯域において存在していた大きなインピーダンスを小さくすることのできるセラミックコンデンサを提供することを目的とする。

【解決手段】 強誘電体セラミックと、少なくともその上下面に形成された一対の電極と、前記一対の電極の間に形成された、前記強誘電体セラミックの電気機械共振の発生を抑制するための空洞とよりなることを特徴とする。





## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 強誘電体セラミックと、少なくともその上下面に形成された一対の電極と、前記一対の電極の間に形成された、前記強誘電体セラミックの電気機械共振の発生を抑制するための空洞とよりなることを特徴とする、セラミックコンデンサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、セラミックコンデンサに関するもので、特に、セラミックコンデンサのインピーダンス周波数特性の改善に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 セラミックコンデンサは、一般的に、誘電体セラミックとその上下面に形成された一対の電極とから構成されている。そして、その一対の電極の間には静電容量が形成される。このセラミックコンデンサにおいて、高い静電容量を取得するには、高誘電率系の誘電体セラミックが用いられることが多く、この誘電体セラミックとしては、例えば、チタン酸バリウムを主成分とした強誘電体セラミックなどが、通常、用いられる。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、上記セラミックコンデンサは、その一対の電極を介して強誘電体セラミックに直流電圧を印加し、交流電流を流入させると、強誘電体セラミックが圧電現象によって電気機械共振を起こし、特定周波数の帯域において大きなインピーダンスが存在することになる。例えば、このセラミックコンデンサを、DC/DCコンバータのノイズ（リップル電流）除去用に用いた場合には、スイッチング周波数やその高調波の帯域において大きなインピーダンスが存在することになって、出力電圧のリップル電流やノイズを除去しきれないという問題が生じる。そこで、本発明は、上記の問題を解決すべくなされたものであって、特定周波数の帯域において存在していた大きなインピーダンスを小さくすることのできるセラミックコンデンサを提供することを目的とする。

## 【0004】

【課題を解決するため手段】 上記目的を達成するため、本発明は、強誘電体セラミックと、少なくともその上下面に形成された一対の電極と、前記一対の電極の間に形成された、前記強誘電体セラミックの電気機械共振の発生を抑制するための空洞とよりなることを特徴とする、セラミックコンデンサである。本発明によれば、セラミックコンデンサの一対の電極の間に形成された空洞によって、強誘電体セラミックの圧電現象による電気機械共振の発生が、空洞が形成されていない従来のものに比較して抑制されることになる。このため、その空洞が形成されたセラミックコンデンサは、圧電現象による電気機械共振により、特定周波数の帯域において存在していた大きなインピーダンスを小さくすることができる。

## 【0005】

【発明の実施の形態】 以下、本発明の実施形態をセラミックコンデンサの高誘電率系の積層セラミックコンデンサおよび単板セラミックコンデンサを用いて説明する。

【0006】 図 1 は、本発明の第 1 の実施形態による積層セラミックコンデンサ 1 の断面図である。この積層セラミックコンデンサ 1 は、チタン酸バリウムを主成分とした強誘電体セラミックからなるセラミック素子 2 とその両端部に形成された外部電極 3、4 とを含み、セラミック素子 2 の内部には、複数の内部電極 5、6 がそれぞれ、互いにセラミック層 7 を介して重なり合うように配設されている。内部電極 5、6 は、セラミック素子 2 の両端部に交互に引出されてそれぞれの外部電極 3、4 に接続されている。セラミック素子 2 の内部の、最下層の内部電極 5 とその上の内部電極 6 とからなる一対の電極の間には、その最下層の内部電極 5 面に沿って、層状の空洞 8 が 1 個形成されている。

【0007】 このように形成された積層セラミックコンデンサ 1 の両外部電極 3、4 に直流電圧を印加し、交流電流を流入させると、強誘電体セラミックの圧電現象により電気機械共振が生じることになるが、空洞 8 が形成されていることで、空洞 8 が形成されていないものに比較して、電気機械共振の発生を抑制されることになる。このため、本発明の空洞 8 が形成されたセラミックコンデンサは、特定周波数の帯域において存在していた大きなインピーダンスを小さくすることができる。特に、空洞 8 が、一対の電極の間の重なり面積の 50% 以上を占める大きさの場合には、電気機械共振の発生をより抑制されることになり、セラミックコンデンサの、特定周波数の帯域において存在していた大きなインピーダンスを無くせて、より好ましい。なお、上記空洞 8 の位置、形状や大きさによって、電気機械共振の大きさやその周波数を任意に変えて抑制することができる。

【0008】 次に、上記本発明のセラミックコンデンサの効果を確認するために、以下の実験を行った。その実験方法と結果について説明する。まず、本発明品にかかるセラミックコンデンサとして、外形寸法が L 寸 3.2 mm、W 寸 1.6 mm、T 寸 1.2 mm、静電容量が 5  $\mu$ F の、チタン酸バリウムを主成分とした強誘電体セラミックからなる積層セラミックコンデンサ 1 を作製した。より詳細には、セラミック素子 2 の内部の一対の電極（内部電極 5、6）の間に、その一方の電極（内部電極 5）面に沿って、一対の電極（内部電極 5、6）の重なり面積の 50% を占める大きさからなり、内部電極の重なり方向に約 1  $\mu$ m の厚みからなる空洞 8 が 1 箇所形成されている。また、従来品として、本発明品と同一サイズで、内部電極 5、6 の重なり面積を調整して本発明品と同一静電容量の、チタン酸バリウムを主成分とした強誘電体セラミックからなる、積層セラミックコンデンサを作製した。次に、本発明品および従来品のそれぞれにつ

いて、その両外部電極に 40 ボルトの直流電圧を印加しながらネットワークアナライザを用いて、セラミックコンデンサのインピーダンス周波数特性を測定した。その結果をそれぞれ図 2 および図 3 に示す。図 3 に示すように、従来品のインピーダンスは 1.6 MHz で 7 オーム、2.3 MHz で 3.5 オームと大きいのに対し、図 2 に示すように、発明品のインピーダンスは、1~5 MHz の全域で 2 オーム以下と小さい。すなわち、本発明品は、1~5 MHz の帯域において存在していた大きなインピーダンスが無くなっていることが分かる。これは、発明品の電気機械共振の発生が従来品に比較して抑制されたことによるものである。

【0009】次に、この発明の第 2 の実施形態を、図 4 に示す積層セラミックコンデンサ 1 a の断面図を用いて説明する。この積層セラミックコンデンサ 1 a は、上記第 1 の実施形態による積層セラミックコンデンサ 1 とほぼ同様の構造からなる。従って、図 4 において、図 1 に示した要素に相当する要素には同様の参照符号を付し、重複する説明は省略する。この積層セラミックコンデンサ 1 a の、第 1 の実施形態による積層セラミックコン

デンサ 1 と比較して異なる点は、空洞 8 a が形成されている位置である。すなわち、最下層の内部電極 5 とその上の内部電極 6 とからなる一対の電極の間のセラミック層 7 の中央部に、層状の空洞 8 a が 1 個形成されている。

【0010】このように形成された積層セラミックコン

デンサ 1 a の両外部電極 3、4 に直流電圧を印加し、交流電流を流入させると、上記第 1 の実施形態によるものと同様、空洞 8 a が形成されていない従来品に比較して、特定周波数の帯域において存在していた大きなインピーダンスを小さくすることができた。

【0011】次に、本発明の第 3 の実施形態を、図 5 に示す単板セラミックコンデンサ 1 b の断面図を用いて説明する。この単板セラミックコンデンサ 1 b は、チタン酸バリウムを主成分とした強誘電体セラミックからなるセラミック素子 2 b とその上下面に形成された一対の電

極 3 b、4 b とを含み、セラミック素子 2 b の内部の中央部に、前記一対の電極 3 b、4 b 面にほぼ平行して層状の空洞 8 b が 1 個形成されている。

【0012】このように形成された単板セラミックコン

デンサ 1 b の一対の電極 3 b、4 b に直流電圧を印加し、交流電流を流入させると、この場合も上記第 1 の実施形態によるものと同様、空洞 8 b が形成されていない従来品に比較して、特定周波数の帯域において存在していた大きなインピーダンスを小さくすることができた。

【0013】なお、空洞 8、8 a、8 b は、その位置、形状や大きさが上記各実施形態によるものに限るものではなく、抑制する電気機械共振の大きさやその周波数によって適宜設定すればよい。また、空洞 8、8 a、8 b は、必ずしも 1 個に限らず、また、空洞 8、8 a は、必ずしも 1 層に形成するものに限らない。また、一対の電

極の間の強誘電体セラミックは、チタン酸バリウムを主成分としたものに限定されるものではなく、他の強誘電体セラミック材料を主成分としたものにも適用できる。

【0014】次に、上記第 1 の実施形態による本発明の積層セラミックコンデンサ 1 の製造方法の一例を、以下に具体的に説明する。まず、表面に内部電極ペースト膜が形成されたセラミックグリーンシートを複数枚用意する。次に、前記セラミックグリーンシートの一枚について、その表面の内部電極ペースト膜の上面に所定の寸法でカーボンペースト膜を形成する。次いで、このカーボンペースト膜が形成されたセラミックグリーンシートの上に、前記内部電極ペースト膜が形成されたセラミックグリーンシートを複数枚、積み重ねて圧着し、コンデンサの積層体を得る。その後、この積層体を焼成し、セラミック素子 2 を得る。この積層体の焼成時に、前記カーボンペースト膜を焼失させて、図 1 に示すような第 1 の実施形態の空洞 8 が形成される。

【0015】なお、第 2 の実施形態および第 3 の実施形態による本発明のセラミックコンデンサの製造方法もまた、上記第 1 の実施形態による積層セラミックコンデンサ 1 の製造方法で説明したカーボンペースト膜を焼失させる方法と同様の方法で、空洞 8 a および空洞 8 b を形成することができる。

【0016】以上、本発明のセラミックコンデンサは、上記に記載した内容に限ることはなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲の変更は任意に行える。例えば、上記各実施形態の空洞 8、8 a、8 b は、必ずしも完全な空間でなくてもよい。すなわち、多孔質のものであってもよい。また、本発明の適用は積層セラミックコンデンサや単板セラミックコンデンサに限るものではなく、同様の構造を有する他のセラミックコンデンサ、例えば、貫通セラミックコンデンサや円筒セラミックコンデンサにも適用することができる。

【0017】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、セラミックコンデンサの一対の電極の間に形成された空洞によって、強誘電体セラミックの圧電現象による電気機械共振の発生が、空洞が形成されていない従来のものに比較して抑制されることになる。このため、その空洞が形成されたセラミックコンデンサは、特定周波数の帯域において存在していた大きなインピーダンスを小さくすることができる。従って、本発明のセラミックコンデンサを、DC/DC コンバータのノイズ（リップル電流）除去用に用いると、スイッチング周波数やその高調波の帯域において存在していた大きなインピーダンスを小さくできて、出力電圧のリップル電流を大幅に抑制することができる。また、本発明のセラミックコンデンサを、他のノイズ除去用に用いても、特定周波数の帯域において同様の効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

5

【図1】本発明の第1の実施形態による積層セラミックコンデンサの断面図である。

【図2】図1の積層セラミックコンデンサのインピーダンス周波数特性である。

【図3】従来品のインピーダンス周波数特性である。

【図4】本発明の第2の実施形態による積層セラミックコンデンサの断面図である。

【図5】本発明の第3の実施形態による単板セラミック

6

コンデンサの断面図である。

【符号の説明図】 1・・・積層セラミックコンデンサ

2・・・セラミック素子

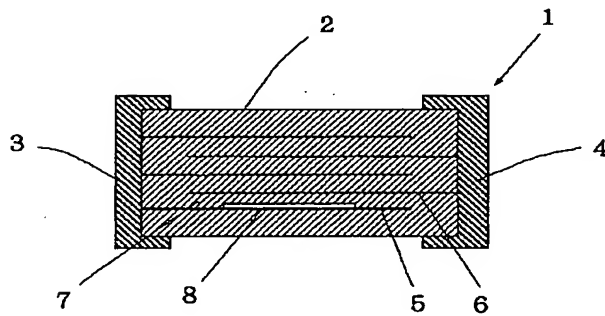
3、4・・・外部電極

5、6・・・内部電極

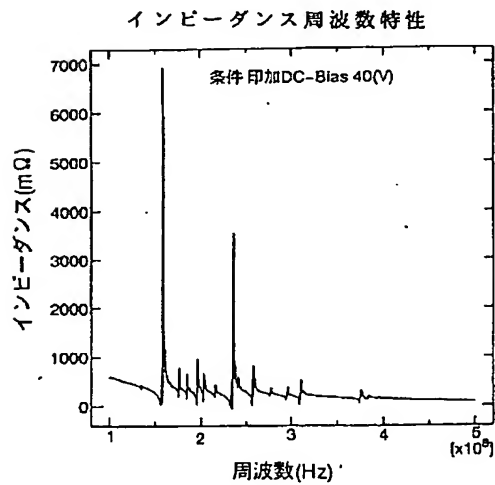
7・・・セラミック層

8・・・空洞

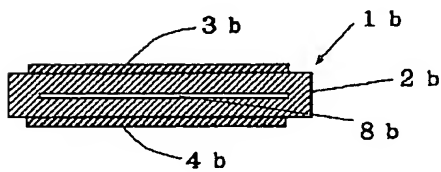
【図1】



【図3】

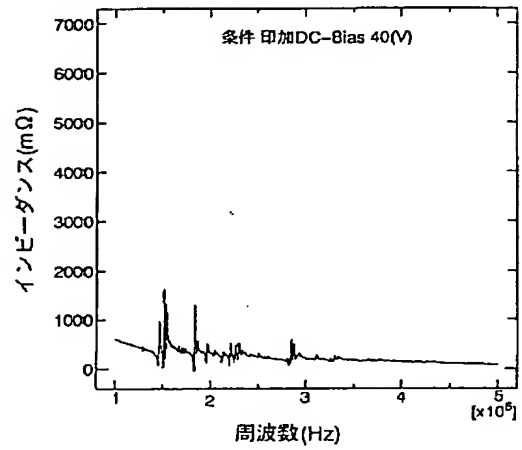


【図5】



【図2】

インピーダンス周波数特性



【図4】

